

Shigeru KUROSAWA

0739, 812

Filed 12/20/00

Birch, Stewart, Kolosch + Birch

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

(703) 225-8600

224-4100



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 4月 5日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-103709

出 願 人

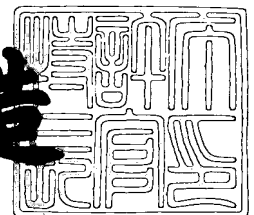
Applicant (s):

工業技術院長

2000年12月 8日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2000-3101685

【書類名】 特許願

【整理番号】 11801101

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01N 33/50
G01N 33/543

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県つくば市東1丁目1番
工業技術院物質工学工業技術研究所内

【氏名】 黒澤 茂

【特許出願人】

【識別番号】 000001144

【氏名又は名称】 工業技術院長 梶村 皓二

【指定代理人】

【識別番号】 220000390

【氏名又は名称】 工業技術院物質工学工業技術研究所長 久保田 正明

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 化学計測用の水晶振動子を駆動する高周波発振回路

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 論理素子の入出力を結ぶ閉回路の中に高周波の基本周波数を示す水晶振動子を組み込んだことを特徴とする高周波発振回路。

【請求項 2】 論理素子が高速の CMOS であることを特徴とする請求項 1 に記載の高周波発振回路。

【請求項 3】 同一の回路構成で基本周波数 1 MHz から 5 0 0 MHz 以上の水晶振動子で発振する請求項 1 乃至 2 に記載の高周波発振回路。

【請求項 4】 化学計測に用いる請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の高周波発振回路。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、化学計測用の水晶振動子を発振させるための高周波発振回路に関するものであり、更に詳しくは、ガスセンサー、浮遊微粒子、化学センサー、免疫センサー、粘度センサーとして用いられている各種測定器の測定感度を高めるために有用な高周波発振回路に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

近年、水晶子を重さセンサー、化学センサー、バイオセンサー、粘度センサー、膜厚計などとして用いる各種測定器が多数開発されているが、検出物質の多様化、検出物質の精密な定量化などの要請に対応して、高精度で高感度測定機器の開発が急務とされつつある。ところで、周知のように、水晶振動子に用いる水晶のウエハは、その両面に薄膜電極を取り付け電圧を加えるとひずみを生じ（圧電効果）、除くともとに戻るという性質を有する。この性質の結果、水晶振動子は厚さで決まる固有の周波数で発振する。すなわち、水晶のウエハは物質が吸着すると、厚さが変わり発振周波数に変化する。

【 0 0 0 3 】

この発振周波数変化 Δf は、厚さの変化と比例関係にあるが、厚さの変化を質量変化 Δm に置き換えるとサールの式と呼ばれる次式が導かれる。

【数 1】

$$\Delta f = - \frac{2 f_0^2}{(\rho_q \cdot \mu_q)^{1/2}} \cdot \frac{\Delta m}{A}$$

ここで f_0 は基本周波数、 ρ_q と μ_q は水晶の密度と弾性率で、 A は圧電応答している部分の面積である。

【0 0 0 4】

この式から感度 Δf は基本周波数 f_0 の 2 乗に比例するから、 f_0 の大きな水晶振動子の使用が望ましいことが判る。しかし、あまり f_0 が大きくなると薄くなり壊れやすいので、通常の雰囲気下では 5 ～ 1 0 M H z の水晶振動子を一般的であり、また溶液中の場合においても最大周波数が 3 0 M H z の水晶振動子が使用されているに過ぎず、汎用水晶振動子の検出限界を超える測定には至っていない。また、9 M H z の水晶振動子の 7 次のオーバートーンのモード (6 3 M H z) を用いた測定例もあるが、その検出限界は 0. 1 n g とされており、従来法の 1 n g に比べ顕著な検出感度の向上は見られなかった (「最新の分離・精製・検出法」p 4 4 1、エヌ・ティー・エス出版、1 9 9 7 年 5 月 2 6 日発行)。

【0 0 0 5】

一方、このような状況に対して、水晶振動子をセンサーとしてではなく、発振回路の周波数制御用の用途とする高周波発振回路も提示されてはいる。

しかしこれらの回路は、トランジスタ、カップリングトランス、インダクタンスなど多数の部品を使用する複雑で、調整が困難なアナログ回路が多く、各種センサーの計測器として使用するには相応しくなく高価なものであった。

【0 0 0 6】

また、低周波発振回路として、その一部に論理素子を用いたものも知られているが (特開平 3 - 4 1 6 5 2 3 6 号、特公平 5 - 3 7 6 5 3 号) このものは、振動子として低周波数のものしか使用していないため、高感度化の要請に対応する

ことができず、また安定な高周波数の発振回路とすることが困難であった。更には、発振させる水晶振動子やその周波数に合わせて発振回路を設計・構成する必要があった。(特願 2 0 0 0 - 3 1 5 1 3 号)。本発明は、従来の発振回路の常識を覆すものである。

【 0 0 0 7 】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、センサーとしての水晶振動子の基本固有振動数が高くなっても、それに容易に対応して、同じ回路で安定な高周波発振を長期間持続することができ、しかも製作が簡便で安価な高周波発振回路を提供することを目的とする。

【 0 0 0 8 】

【課題を解決するための手段】

本発明者は上記課題を解決するため、鋭意検討した結果、簡単に手に入れることができる論理素子を使い、その入出力をコンデンサと抵抗と高周波基本振動数を有する水晶振動子で閉ループを作ると、意外にも論理素子の応答速度およびコンデンサと抵抗の時定数などにより安定な高周波発振の持続が可能な発振回路が得られることを知見し、本発明を完成するに至った。

【 0 0 0 9 】

すなわち、本発明によれば、高周波 CMOS (Complementary Metal Oxid Semiconductor) 論理素子を用いて閉回路を作り、その中に高周波数の基本周波数を持った水晶振動子を組み込んだことを特徴とする高周波発振回路が提供される。本発振回路は全く新規の回路内容・構成であり、従来の電子回路からは予測・予想のできない形式のものである。

【 0 0 1 0 】

本発明では、論理素子を用いて閉ループを作製するが、論理素子としては従来公知のもの、例えば NAND, NOR、インバータなどの簡単に入手できるものを利用すればよいが、高周波に対応するために応答速度の早い論理素子 CMOS を使用する。

【 0 0 1 1 】

また高周波数の基本周波数を持った水晶振動子としては、例えば 1 MHz ~ 2

G H z、好ましくは 1 5 0 M H z 以上の周波数を有する水晶振動子が用いられる。

本発明における閉ループは、このような論理素子の入出力をコンデンサ、抵抗及び高周波の基本振動数を有する水晶振動子を用い、該論理素子の応答速度、水晶振動子の周波数、コンデンサと抵抗の時定数を調製することにより作製される。

【 0 0 1 2 】

具体的な閉ループ回路構成としては、安定な高発振周波数の持続発振性などからみて、その閉回路に組み込んだ水晶振動子の高周波の基本振動数に対応できる応答速度の論理素子 C M O S を選定するような態様とすることが望ましい。

【 0 0 1 3 】

【実施例】

以下、本発明を実施例により更に詳細に説明する。

論理素子インバータを使った高周波発振回路を図 1 に示す。

図 1 は、基本周波数 2 0 M H z から 1 5 5 M H z の水晶振動子を対象とした発振回路を示す。

【 0 0 1 4 】

図 1 において、I C 1、I C 2 は論理素子インバータ、X は水晶振動子、C はコンデンサ、R は抵抗器である。具体的なコンデンサ C、抵抗 R の値および論理素子 I C 名は図中に示す。また、I C 2 は発振回路の出力を外部に取り出すためのバッファである。

【 0 0 1 5 】

この発振回路においては、インバータ I C 1 の入出力を結ぶ閉ループを構成する。この閉ループの中に水晶振動子 X を入れる。水晶振動子 X は持っている基本振動数のところで最もインピーダンスが低くなる。このため水晶振動子 X のこの基本振動数で発振する。例えばその基本周波数は、1 ～ 1 9 M H z、2 0 M H z、3 3 M H z、5 0 M H z、1 5 5 M H z でも図 1 の回路で可能である。

なお、この値と論理素子名、は限定的なものではなく、その近くであれば回路のインピーダンスが十分低いので水晶振動子 X の基本振動数で発振することにな

る。更には、論理素子はこの周波数範囲に対応できる論理素子CMOSを選定することが望ましい。

【0016】

また、図2(a)(b)(c)(d)は、基本周波数の20MHz、33MHz、50MHz、155MHzの水晶振動子Xを、図1の回路に使用した場合のオシロスコープで測定した出力波形である。各図から明らかなように、当該回路定数での波形は、矩形から正弦波の間の形をしている。155MHzにおいてはほぼ正弦波を示す。これらの波形を示す発振回路の発振周波数は、通常の周波数カウンタで十分測定可能なものである。

【0017】

このように、各種の1MHz～2GHzの基本振動数を持つ水晶振動子Xに対して、同じ回路で、それぞれの水晶振動子の基本周波数で発振させることができる。従来は、水晶振動子毎に発振回路を最適なものを設計・構成するのが常識とされていた。本発明は、従来の発振回路の常識を覆すものである。

図3(a)と(b)は図1の発振回路を用い、同一のアセトンガス濃度に対して、同一の重量のスチレンプラズマ重合膜を被覆した水晶振動子のガス吸着に対する周波数応答を示す。各周波数でのガス吸着の平衡値は、9MHz(●)では30Hz、50MHz(O)では1200Hz、155MHz(▼)では2500Hzの周波数応答をそれぞれ示す。ガス吸着に使用する水晶振動子の基本周波数が高い程、ガス吸着により、より大きな応答量を示すことが明らかである。

【0018】

【発明の効果】

本発明の論理素子を使った高周波発振回路は安価な部品を使い、簡単な回路でありながら、高い基本振動数を持った水晶振動子により高安定な発振を続ける。

更には、基本振動数に対応して回路定数を変える必要がない。従って、本発明の高周波発振回路によれば、従来、困難であった計測目的によりセンサーとしての水晶振動子を変更して基本振動数を変えても、そのまま対応できる。このものを用いれば超高感度のガスセンサーや浮遊粒子量などの測定に好適な精密高感度測定器具を簡単に作製することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の高周波基本波発振回路を示す。

【図 2】

(a) は、基本周波数 2 0 M H z の水晶振動子を図 1 の回路に用いた場合のオシロスコープで測定した発振波形、

(b) は、基本周波数 3 3 M H z の水晶振動子を図 1 の回路に用いた場合のオシロスコープで測定した発振波形、

(c) は、基本周波数 5 0 M H z の水晶振動子を図 1 の回路に用いた場合のオシロスコープで測定した発振波形、

(d) は、基本周波数 1 5 5 M H z の水晶振動子を図 1 の回路に用いた場合のオシロスコープで測定した発振波形をそれぞれ示す図である。

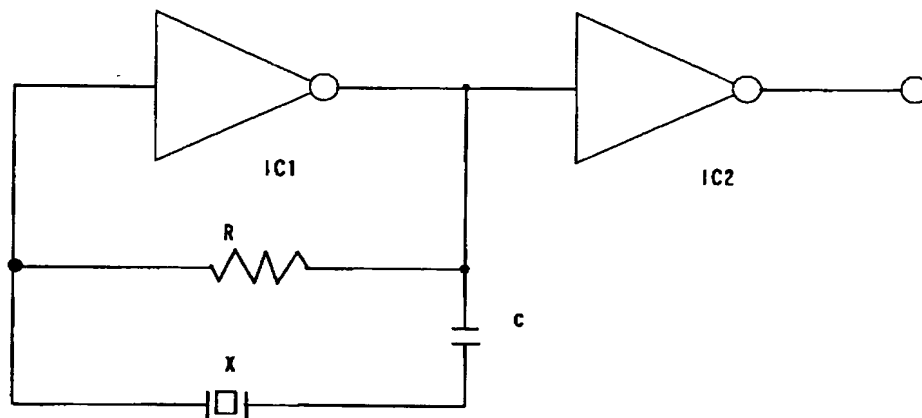
【図 3】

(a) は、図 1 の発振回路を用い、同一の重量のプラズマ重合スチレン膜被覆（放電出力 1 0 0 W、モノマー圧力 1 0 0 P a、重合時間は 1 分）の水晶振動子（9 M H z、5 0 M H z、1 5 5 M H z）に同一濃度（アセトン溶液のヘッドスペースを 2 m l 採取し、1 0 0 0 m l のガス吸着測定容器に注入して測定）の飽和アセトン蒸気を吸着された際の発振周波数の経時変化を示す。（●）は、基本周波数 9 M H z の水晶振動子を、（○）は、基本周波数 5 0 M H z の水晶振動子を、（▼）は、基本周波数 1 5 5 M H z の水晶振動子を用いて測定したガス吸着応答である。水晶の基本周波数の増加に伴い、同一濃度のアセトン蒸気に応答する周波数変化量は著しく増加する。

(b) は、図 3（a）での 9 M H z の水晶による測定結果の拡大図である。

【書類名】図面

【図1】



IC1 IC2: 論理素子インバータ(74HCU04AP) X: 水晶振動子
R: 500K Ω C: 1000PF

【図2】

図2 (a)

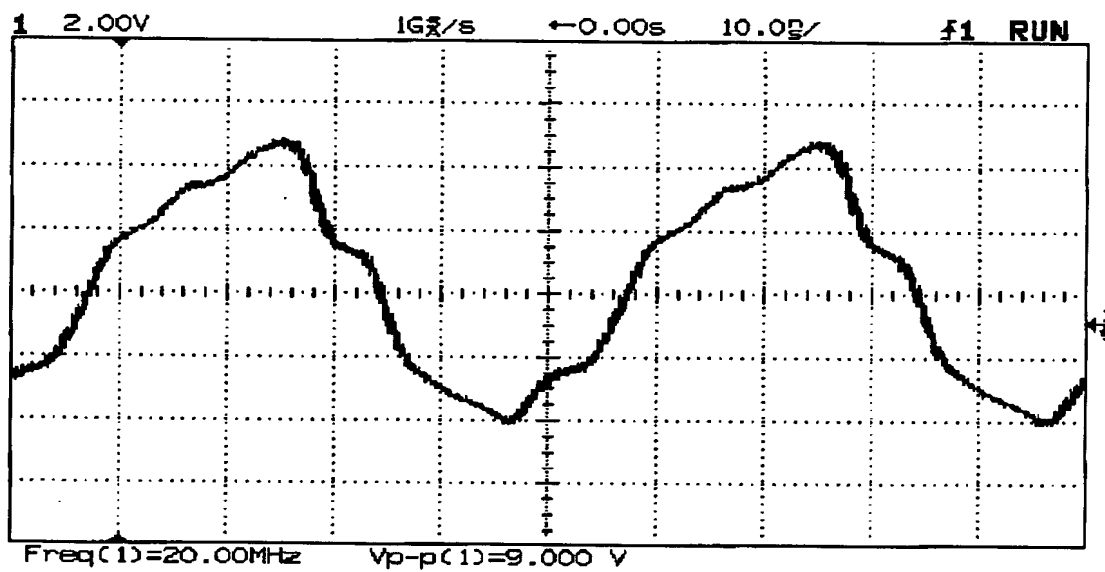


図2(b)

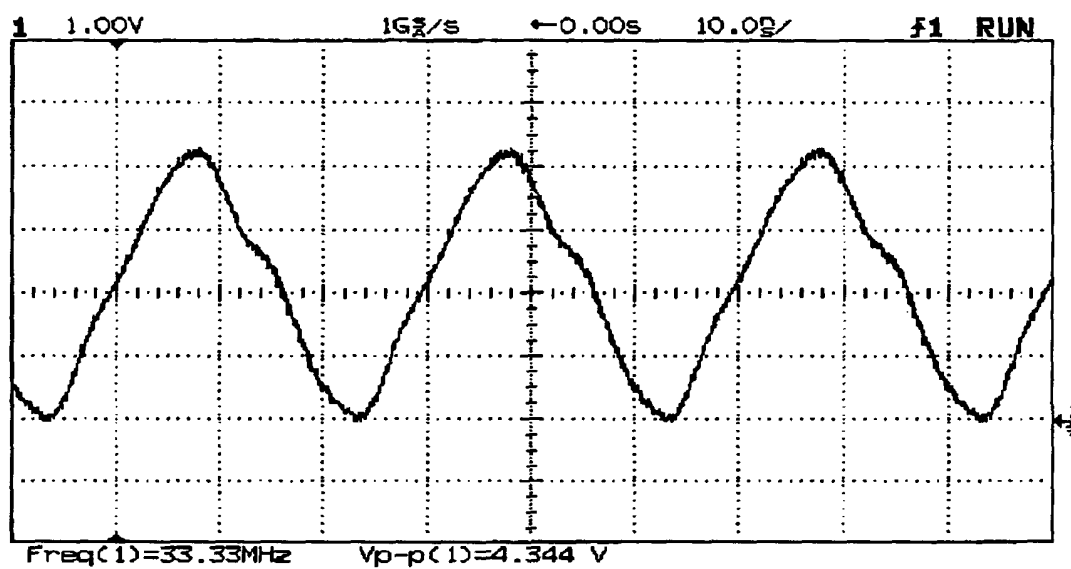


図2(c)

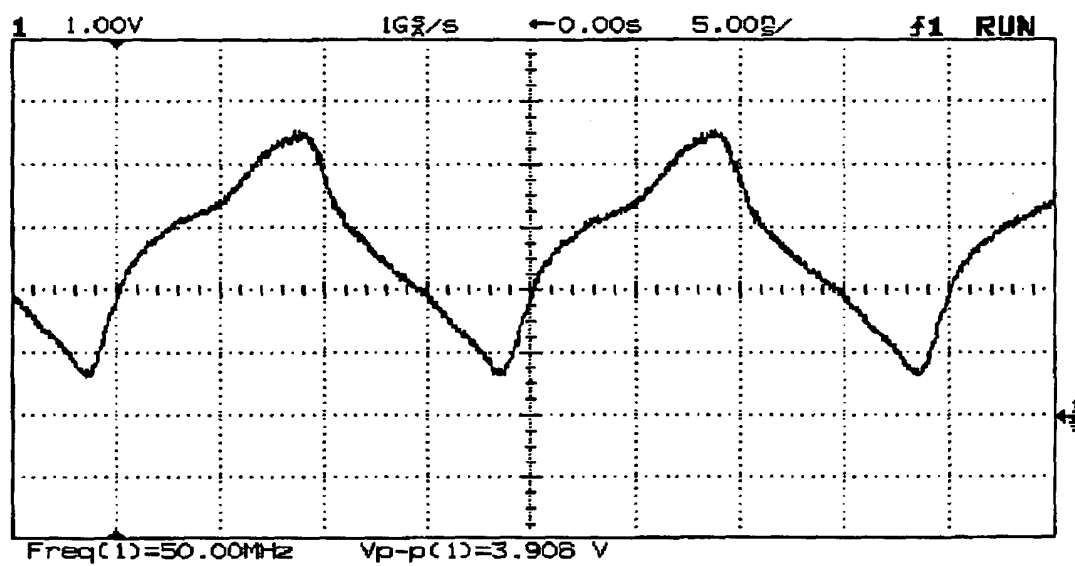
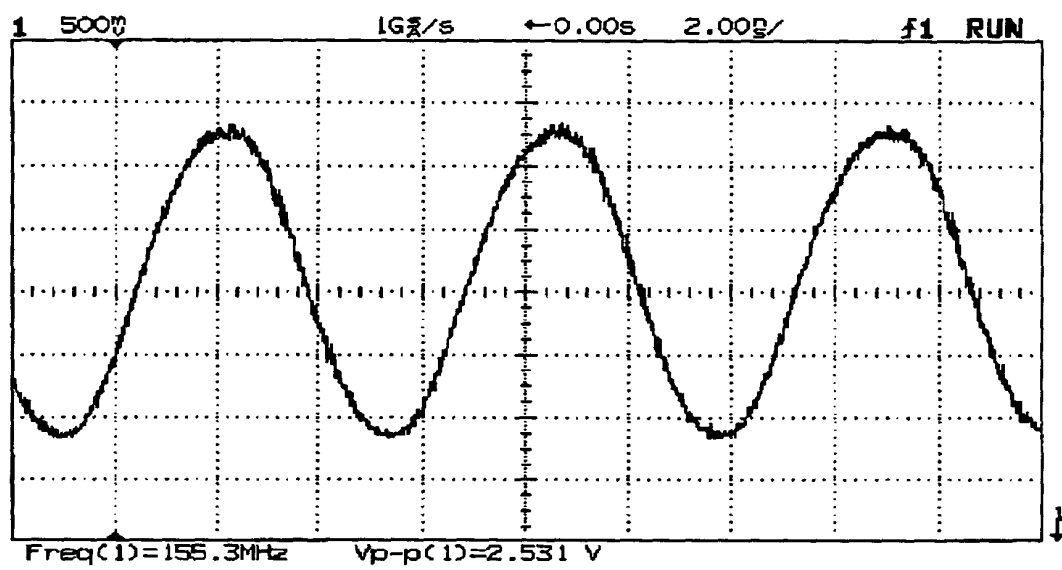


図2 (d)



【図 3】

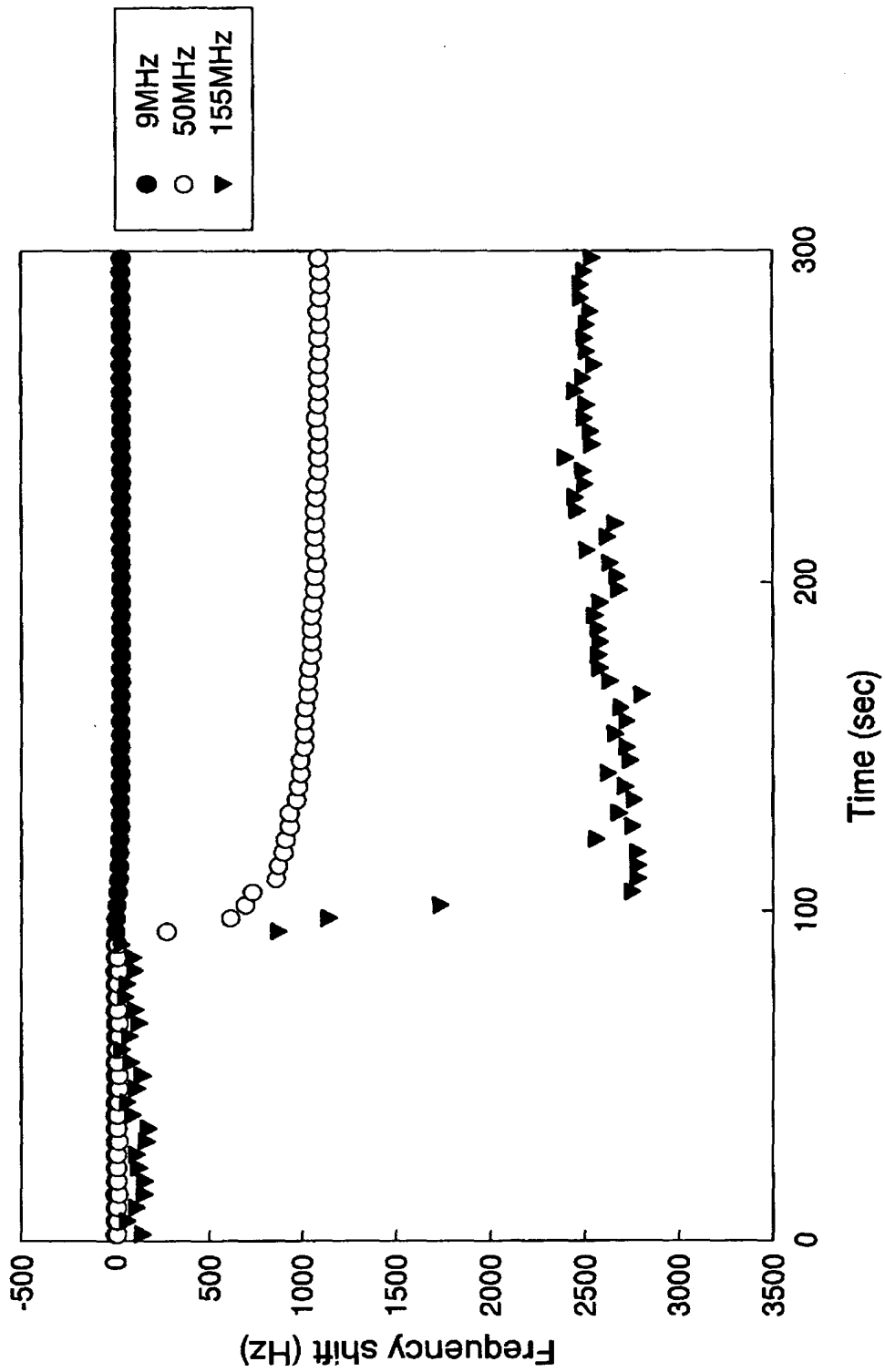


図 3 (a)

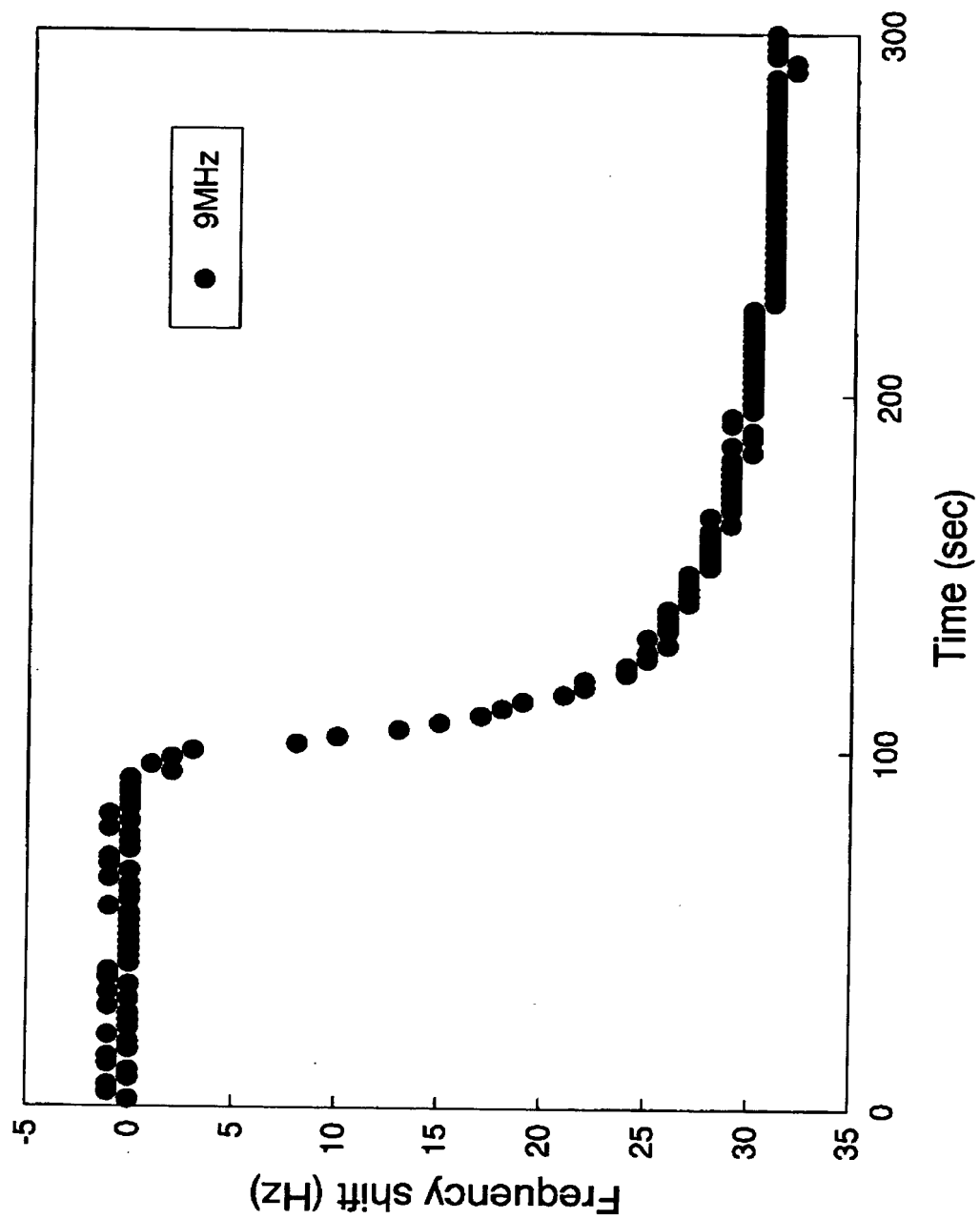


図 3(b)

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】化学センサー用の重さセンサーとしての水晶振動子の基本周波数が高くなっても、それに容易に対応して安定な高周波発振を持続することができ、しかも簡便で安価に作製し得る高周波発振回路を提供する。

【解決手段】本発明の高周波発振回路は、高速応答の論理素子を用いて閉回路を作り、その中に高周波数の水晶振動子を組み込んだものである。水晶振動子の基本周波数が、1 M H z から 2 G H z までに対応し、各振動子の基本発振周波数で安定に発振する。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2000-103709
受付番号	50000431747
書類名	特許願
担当官	後藤 正規 6395
作成日	平成12年 4月11日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成12年 4月 5日
【特許出願人】	
【識別番号】	000001144
【住所又は居所】	東京都千代田区霞が関1丁目3番1号
【氏名又は名称】	工業技術院長
【指定代理人】	申請人
【識別番号】	220000390
【住所又は居所】	茨城県つくば市東1-1
【氏名又は名称】	工業技術院物質工学工業技術研究所長

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001144]

1. 変更年月日 1990年 9月20日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区霞が関1丁目3番1号
氏 名 工業技術院長